

ATENT COOPERATION TR. TY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 04 October 2000 (04.10.00)	
International application No. PCT/EP00/01800	Applicant's or agent's file reference ST 9903a
International filing date (day/month/year) 02 March 2000 (02.03.00)	Priority date (day/month/year) 04 March 1999 (04.03.99)
Applicant SCHAUER, Reinhard et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

10 August 2000 (10.08.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Claudio Borton</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	---



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷: C30B 25/18, 15/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/52234 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. September 2000 (08.09.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/01800 (22) Internationales Anmeldedatum: 2. März 2000 (02.03.00) (30) Prioritätsdaten: 199 09 557.4 4. März 1999 (04.03.99) DE 100 04 623.1 3. Februar 2000 (03.02.00) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): WACKER SILTRONIC GESELLSCHAFT FÜR HALBLEITERMATERIALIEN AG [DE/DE]; Johannes-Hess-Strasse 24, D-84489 Burghausen (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHAUER, Reinhard [DE/DE]; Moosham 40a, D-83410 Laufen (DE). BLIETZ, Markus [DE/DE]; Wilhelmsederweg 10, D-84529 Tittmoning (DE). VON AMMON, Wilfried [DE/AT]; Wanghausen 111, A-5122 Hochburg/Ach (AT). SCHMOLKE, Rüdiger [DE/DE]; Windhager Strasse 10, D-84489 Burghausen (DE). (74) Anwälte: RIMBÖCK, Karl-Heinz usw.; Wacker-Chemie GmbH, Zentralbereich PML, Hanns-Seidel-Platz 4, D-81737 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: SEMICONDUCTOR WAFER COMPRISING A THIN EPITAXIAL SILICON LAYER AND METHOD FOR PRODUCING SAME		
(54) Bezeichnung: HALBLEITERSCHEIBE MIT DÜNNER EPITAKTISCHER SILICIUMSCHICHT UND HERSTELLUNGSVERFAHREN		
(57) Abstract <p>The invention relates to a semiconductor wafer which consists of a silicon substrate wafer and an epitaxial silicon layer deposited thereon. The substrate wafer has a specific resistance of 0.1 to 50 Ωcm, an oxygen concentration of less than 7.5*10¹⁷ atcm⁻³ and a nitrogen concentration of 1*10¹³ to 5*10¹⁵ atcm⁻³. The epitaxial layer is 0.2 to 1.0 μm thick and has a surface on which fewer than 30 LLS (localised light scattering) defects which are greater in size than 0.085 μm can be detected. The invention also relates to a method for producing the semiconductor wafer, which is characterised by a sequence of steps comprising: providing the substrate wafer with the aforementioned features; heating the substrate wafer in a deposition reactor to a deposition temperature of at least 1120 °C; and depositing the epitaxial layer thereon with a thickness of 0.2 to 1.0 μm, immediately after the deposition temperature has been reached.</p>		
(57) Zusammenfassung <p>Gegenstand der Erfindung ist eine Halbleiterscheibe bestehend aus einer Substratscheibe aus Silicium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Silicium-Schicht. Die Substratscheibe weist einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50Ωcm, eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als 7,5*10¹⁷ atcm⁻³ und eine Stickstoffkonzentration von 1*10¹³ bis 5*10¹⁵ atcm⁻³ auf. Die epitaktische Schicht ist 0,2 bis 1,0 μm dick und besitzt eine Oberfläche, auf der weniger als 30 LLS-Defekte (localised light scattering) mit einer Grösse von mehr als 0,085 μm nachweisbar sind. Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung der Halbleiterscheibe. Es ist gekennzeichnet durch eine Folge von Schritten, umfassend: das Bereitstellen der Substratscheibe mit den genannten Eigenschaften; das Aufheizen der Substratscheibe in einem Abscheidereaktor auf eine Abscheidetemperatur von mindestens 1120 °C; und unmittelbar nach dem Erreichen der Abscheidetemperatur das Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1,0 μm.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Niger
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

HALBLEITERSCHEIBE MIT DÜNNER EPITAKTISCHER SILICIUMSCHICHT UND HERSTELLUNGSVERFAHREN

Die Erfindung betrifft eine Halbleiterscheibe mit einer dünnen
5 epitaktischen Schicht und ein Verfahren zur Herstellung der
Halbleiterscheibe durch Abscheiden der Schicht auf einer
Substratscheibe aus Silicium.

Derzeit sind intensive Untersuchungen im Gang, durch die
10 festgestellt werden soll, welche Merkmale Halbleiterscheiben
mit epitaktischer Schicht haben müssen, um sie als
Grundmaterial für die Herstellung von modernen CMOS
Bauelementen zu qualifizieren. Gemäß der Veröffentlichung in
Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 36 (1997), pp 2565-2570 ist eine
15 Halbleiterscheibe bestehend aus einer p^- - dotierten
Substratscheibe und einer ebenfalls p^- - dotierten
epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 1 μm für hoch
integrierte CMOS-Anwendungen besonders geeignet. Diese
Einschätzung wird auch durch die Veröffentlichung in
20 Electrochemical Society Proceedings Volume 98-1, S.855-861
gestützt. Allerdings wird in diesem Papier auch auf
lichtstreuende Defekte (Lichtpunktdefekte) auf der Oberfläche
hingewiesen, die bei einer Halbleiterscheibe mit dünner
epitaktischer Schicht auftreten, sich aber nicht nachteilig auf
25 den GOI (gate oxide integrity) auswirken. Die genannten Defekte
heißen in Fachkreisen LLSs (localized light scatterers). Trotz
ihres indifferenten Verhaltens in Bezug auf den GOI sind die
LLSs bei den Herstellern von integrierten Schaltkreisen
unerwünscht, was sich auch darin zeigt, daß die ITRS
30 (International Roadmap For Semiconductors) verlangt, daß die
Anzahl von LLSs mit einer Größe von größer oder gleich 0,085 μm
kleiner oder gleich 38 pro Halbleiterscheibe mit epitaktischer
Schicht ist. Diese Anforderung gilt für die 0,18 μm Technologie
und es ist davon auszugehen, daß mit fortschreitender
35 Miniaturisierung (0,13 μm und kleiner) eine noch schärfere
Anforderung an die Anzahl von LLS gestellt werden wird. Darüber
hinaus stellt der Grenzwert von 38 LLS einen Maximalwert dar

und es ist zu beachten, daß die für die industrielle Prozeßfähigkeit geforderte Zahl deutlich darunter liegen muß.

Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, eine Halbleiterscheibe mit epitaktischer Schicht bereitzustellen, die für moderne CMOS-Anwendungen geeignet ist, eine besonders geringe Anzahl an LLSS aufweist und vergleichsweise geringe Herstellungskosten erfordert. Aufgabe der Erfindung ist darüber hinaus, ein Verfahren zur Herstellung der Halbleiterscheibe anzugeben.

10 Gegenstand der Erfindung ist eine Halbleiterscheibe, bestehend aus einer Substratscheibe aus Silicium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Schicht, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist, und die epitaktische Schicht 0,2 bis 1,0 μm dick ist und eine Oberfläche besitzt, auf der weniger als 30 LLSS-Defekte mit einer Größe von mehr als 0,085 μm nachweisbar sind.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit einer epitaktischen Schicht durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus Silicium, das durch eine Folge von Schritten gekennzeichnet ist, umfassend:

das Bereitstellen der Substratscheibe, wobei die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoff-Konzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoff-Konzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist;

das Aufheizen der Substratscheibe in einem Abscheidereaktor auf eine Abscheidetemperatur von mindestens 1120 °C; und unmittelbar nach dem Erreichen der Abscheidetemperatur das Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1,0 μm .

Untersuchungen der Erfinder haben ergeben, daß die Kombination der genannten Verfahrensschritte und die Berücksichtigung der genannten Stoffparameter eine Halbleiterscheibe mit epitaktischer Schicht zugänglich macht, die den gestellten Anforderungen in vollem Umfang genügt. Im Hinblick auf die Vermutung, die aus dem genannten Stand der Technik herzuleiten ist, wonach die Anzahl von LLSSs nur durch eine möglichst dicke epitaktische Schicht ($\geq 3 \mu\text{m}$) gering gehalten werden kann, ist das Ergebnis der Untersuchungen überraschend, weil es zeigt, daß äußerst niedrige LLSSs-Dichten auch mit Schichtdicken von 0,2 bis $1 \mu\text{m}$ möglich sind. Die geringen Schichtdicken und die Tatsache, daß das vorgeschlagene Verfahren ohne einen sogenannten Bake-Schritt vor dem Abscheiden der epitaktischen Schicht auskommt, begründen einen deutlichen Kostenvorteil gegenüber bekannten Verfahren. So kann der Durchsatz an Halbleiterscheiben pro Stunde um bis zum Dreifachen gesteigert werden.

Um die erforderlichen Eigenschaften hinsichtlich der LLSSs-Dichte zu erreichen, ist eine Substratscheibe erforderlich, die einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis $50 \Omega\text{cm}$, eine Sauerstoff-Konzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$, besonders bevorzugt von kleiner als $6,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoff-Konzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$, besonders bevorzugt von $1 \cdot 10^{14}$ bis $5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ aufweist, und vorzugsweise aus einem nach der Czochralski-Methode gezogenen Einkristall geschnitten wird. Was das Abscheiden der epitaktischen Schicht betrifft, ist wichtig, daß unter Berücksichtigung des Typs der Substratscheibe bei einer Abscheidetemperatur von 1120 bis 1200°C abgeschieden wird. Eine erhöhte Abscheidetemperatur hat dabei den prinzipiellen Vorteil einer Reduktion sogenannter „AreaCounts“, das heisst großer Fehler auf der epitaktischen Schicht, die zu Ausbeuteverlusten bei den Halbleiterbauelementherstellern führen können.

Ein Einkristall, aus dem Substratscheiben mit den genannten Eigenschaften abgetrennt werden können, kann beispielsweise

nach einem Verfahren hergestellt werden, wie es in der DE-198 23 962 A beschrieben ist. Bei dem Verfahren wird der Einkristall nach der Czochralski-Methode aus einer Schmelze gezogen und währenddessen zusätzlich mit Stickstoff dotiert. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vergehen mindestens 90 min bis gerade kristallisiertes Material des Einkristalls den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat. Dies ist normalerweise dann der Fall, wenn der Einkristall von sich aus abkühlt, das heißt, auf eine Zwangskühlung des Einkristalls verzichtet wird. Die epitaktische Schicht wird auf einer Substratscheibe, die aus einem solchermaßen gezogenen Einkristall stammt und nachfolgend als Typ I Substratscheibe bezeichnet wird, bei einer Abscheidetemperatur von 1120 bis 1170 °C, vorzugsweise von 1130 bis 1160 °C abgeschieden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Einkristall nach dem Czochralski-Verfahren gezogen und dabei zwangsgekühlt. Dadurch vergehen höchstens 40 min bis gerade kristallisiertes Material des Einkristalls den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat. Die Ziehanlage ist mit einer Zwangskühlung zu versehen, um das rasche Abkühlen des Einkristalls zu gewährleisten. Vorzugsweise wird eine Kühlvorrichtung gemäß der EP-725 169 A1 beim Ziehen des Einkristalls verwendet. Die epitaktische Schicht wird auf einer Substratscheibe, die aus einem solchermaßen gezogenen Einkristall stammt und nachfolgend als Typ II Substratscheibe bezeichnet wird, bei einer Abscheidetemperatur von 1120 bis 1200 °C, vorzugsweise von 1130 bis 1190 °C abgeschieden, was einem deutlich breiteren Prozeßfenster in der Epi Abscheidung gegenüber Typ I entspricht und damit eine Optimierung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit deutlich erleichtert.

Zum Abscheiden der epitaktischen Schicht wird die Substratscheibe in einen Abscheidereaktor geladen. Bevorzugt ist ein Einzelscheibenreaktor mit automatischem Scheibenbe- und entlademechanismus. Die Temperatur im Reaktor sollte beim Beladen bereits einen vergleichsweise hohen Wert haben, mindestens jedoch 800 °C. Bevorzugt ist eine Temperatur von

mindestens 850 °C, besonders bevorzugt eine Temperatur von mindestens 900 °C.

Anschließend wird die Substratscheibe in einer Gasatmosphäre auf eine Abscheidetemperatur aufgeheizt. Die Gasatmosphäre wird vorzugsweise aus einer Gruppe von Gasen ausgewählt, die Wasserstoff, Argon, Helium und beliebige Mischungen der genannten Gase umfaßt. Besonders bevorzugt ist eine Gasatmosphäre aus Wasserstoff.

Sobald die Abscheidetemperatur erreicht ist, wird mit dem Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1 µm, bevorzugt 0,3 bis 0,6 µm begonnen, indem der Gasatmosphäre eine Atmosphäre von Abscheidegas und Dotierstoffgas hinzugefügt wird. Ein sogenannter Bake-Schritt, bei dem die Substratscheibe in der Gasatmosphäre einige Zeit, beispielsweise 5 bis 60 s auf Abscheidetemperatur gehalten wird, wird nicht vorgenommen. Das Abscheidegas wird vorzugsweise ausgewählt aus einer Gruppe von Gasen, die Trichlorsilan, Silan, Dichlorsilan, Tetrachlorsilan und beliebige Mischungen der genannten Gase umfaßt. Besonders bevorzugt ist Trichlorsilan. Das Dotierstoffgas wird vorzugsweise ausgewählt aus einer Gruppe von Gasen, die Diboran, Phosphin und Arsin umfaßt. Besonders bevorzugt ist Diboran.

Die Abscheidezeit beträgt vorzugsweise 1 bis 10 s, besonders bevorzugt 1 bis 5 s. Weiterhin ist bevorzugt, den spezifischen Widerstand der epitaktischen Schicht auf 0,5 bis 50 Ωcm einzustellen.

Nach dem Abscheiden der epitaktischen Schicht wird die Halbleiterscheibe vorzugsweise in einer Atmosphäre aus Wasserstoff auf eine Entladetemperatur von vorzugsweise 850 bis 950 °C gebracht und aus dem Abscheidereaktor entladen.

Es können mindestens 50, vorzugsweise bis zu 200 Substratscheiben in Folge beschichtet werden, bevor der

Abscheidereaktor mit einem Ätzgas oder einem Plasma gereinigt werden muß.

Erfindungsgemäß hergestellte Halbleiterscheiben wurden im
5 Hinblick auf LLSS mit konventionell hergestellten Halbleiterscheiben verglichen.

Beispiel:

10 Die erfindungsgemäß hergestellten Halbleiterscheiben bestanden aus einer Substratscheibe aus Silicium mit einem spezifischen Widerstand von $12 \Omega\text{cm}$ (p^- - Dotierung), auf die eine epitaktische Schicht mit einer Schichtdicke von $0,5 \mu\text{m}$ und einem spezifischen Widerstand von $1,5 \Omega\text{cm}$ aufgewachsen worden
15 war. Die Abscheidetemperatur betrug von 1130 bis 1190°C . Die Substratscheiben waren vom Typ I und vom Typ II.

Bei den konventionell hergestellten Halbleiterscheiben stammten die Substratscheiben aus einem Einkristall, der nach der
20 Czochralski-Methode gezogen wurde, ohne daß eine Dotierung mit Stickstoff erfolgte. Substratscheiben aus einem derartig gezogenen Einkristall werden nachfolgend als Referenz I Substratscheiben bezeichnet, wenn der Einkristall ohne Zwangskühlung abgekühlt worden war. Bei den als Referenz II
25 Substratscheiben bezeichneten Substratscheiben wurde der entsprechende Einkristall zwangsgekühlt. Das Abscheiden der epitaktischen Schicht erfolgte unter denselben Bedingungen wie bei den erfindungsgemäß hergestellten Halbleiterscheiben.

30 Die nachfolgenden Tabellen 1 und 2 belegen, daß der kombinierten Auswahl von Substratscheibe und Abscheidetemperatur eine entscheidende Bedeutung zufällt, wenn es darum geht die Anzahl von LLSS zu minimieren.

Tabelle 1:

LLS > 0.085 μm	Typ I Substratscheibe ^{*)}	Referenz I Substratscheibe ^{*)}
1130°C Abscheidetemp.	18 (+)	40 (-)
1190°C Abscheidetemp.	98 (-)	1167 (-)

Tabelle 2:

5

LLS > 0.085 μm	Typ II Substratscheibe ^{*)}	Referenz II Substratscheibe ^{*)}
1130°C Abscheidetemp.	15 (+)	820 (-)
1190°C Abscheidetemp.	12 (+)	1389 (-)

^{*)} +/-: erfüllt/erfüllt nicht die Anforderungen modernster Bauelemente-Generationen.

- 10 Darüber hinaus ist der dramatische Durchsatz-Vorteil der erfindungsgemäß hergestellten Scheiben gegenüber konventionell epitaxierten Scheiben aus Tabelle 3 ersichtlich. Der Durchsatz-Vorteil schlägt sich direkt in einem entsprechenden Kostenvorteil nieder.

15

Tabelle 3:

	erfindungsgemäße Halbleiterscheibe	Referenzscheibe ^{***)}
Durchsatz (Scheiben / Stunde) ^{**)}	90	30
Relative Kosten der Epi Beschichtung pro Scheibe	0,33	1

^{**)} für einen 3-Kammer Einzelscheiben-Reaktor

- 20 ^{***)} 3 μm Standard Epi

Patentansprüche:

1. Halbleiterscheibe, bestehend aus einer Substratscheibe aus Silicium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Schicht,
5 dadurch gekennzeichnet, daß die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist, und die epitaktische Schicht 0,2 bis 1,0 μm dick ist und eine
10 Oberfläche besitzt, auf der weniger als 30 LLSs-Defekte mit einer Größe von mehr als 0,085 μm nachweisbar sind.
2. Halbleiterscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sauerstoffkonzentration der Substratscheibe kleiner als
15 $6,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ ist.
3. Halbleiterscheibe nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stickstoffkonzentration der Substratscheibe in einem Bereich von $1 \cdot 10^{14}$ bis $5 \cdot 10^{14} \text{ atcm}^{-3}$
20 liegt.
4. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit einer epitaktischen Schicht durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus Silicium, gekennzeichnet durch eine Folge
25 von Schritten, umfassend:
das Bereitstellen der Substratscheibe, wobei die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist;
30 das Aufheizen der Substratscheibe in einem Abscheidereaktor auf eine Abscheidetemperatur von mindestens 1120 $^{\circ}\text{C}$; und unmittelbar nach dem Erreichen der Abscheidetemperatur das Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1,0 μm .
35
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einkristall gemäß dem Czochralski-Verfahren aus einer Schmelze gezogen wird, und mindestens 90 min vergehen bis der

Einkristall den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat, wobei der Einkristall als Quelle für die Bereitstellung der Substratscheibe dient, und die Abscheidetemperatur beim Abscheiden der epitaktischen Schicht
5 1120 bis 1170 °C beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidetemperatur 1130 bis 1160 °C beträgt.

10 7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einkristall gemäß dem Czochralski-Verfahren aus einer Schmelze gezogen wird, und nicht mehr als 40 min vergehen bis der Einkristall unter Anwendung einer Zwangskühlung den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat, wobei der
15 Einkristall als Quelle für die Bereitstellung der Substratscheibe dient, und die Abscheidetemperatur beim Abscheiden der epitaktischen Schicht 1120 bis 1200 °C beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die
20 Abscheidetemperatur 1130 bis 1190 °C beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratscheibe in einer Gasatmosphäre auf Abscheidetemperatur aufgeheizt wird, wobei die
25 Gasatmosphäre ausgewählt ist aus einer Gruppe von Gasen, die Wasserstoff, Argon, Helium und beliebige Mischungen der genannten Gase umfaßt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die epitaktische Schicht in einer Abscheideatmosphäre abgeschieden wird, die ein Abscheidegas und ein Dotierstoffgas enthält, wobei das Abscheidegas ausgewählt ist aus einer Gruppe von Gasen, die Trichlorsilan, Silan, Dichlorsilan, Tetrachlorsilan und beliebige Mischungen der
35 genannten Gase umfaßt, und das Dotierstoffgas ausgewählt ist aus einer Gruppe von Gasen, die Diboran, Phosphin und Arsin umfaßt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die epitaktische Schicht innerhalb von einer Abscheidezeit von 1 bis 10 s abgeschieden wird.

- 5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Abscheidereaktor frühestens einer Reinigung mit einem Ätzgas oder Plasma unterzogen wird, nachdem auf 50 Substratscheiben in Folge eine epitaktische Schicht abgeschieden worden ist.

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01800

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C30B25/18 C30B15/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C30B H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

INSPEC, COMPENDEX, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 829 559 A (WACKER SILTRONIC) 18. März 1998 (1998-03-18) das ganze Dokument	1-4,7
A	EP 0 644 588 A (KOMATSU ELECTRONIC METALS CO LTD) 22. März 1995 (1995-03-22) das ganze Dokument	1,4
P,X	EP 0 959 154 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 24. November 1999 (1999-11-24)	4,9
P,A	Abbildung 3; Beispiele 2,3	1-3,10

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

a Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juni 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/07/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Köpf, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01800

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0829559 A	18-03-1998	DE 19637182 A	19-03-1998
		DE 59700843 D	20-01-2000
		JP 10098047 A	14-04-1998
		US 5935320 A	10-08-1999
EP 0644588 A	22-03-1995	JP 7062523 A	07-03-1995
		KR 150810 B	01-12-1998
		US 5744380 A	28-04-1998
EP 0959154 A	24-11-1999	JP 2000044389 A	15-02-2000

HALBLEITERSCHEIBE MIT DÜNNER EPITAKTISCHER SILICIUMSCHICHT UND HERSTELLUNGSVERFAHREN

Die Erfindung betrifft eine Halbleiterscheibe mit einer dünnen
5 epitaktischen Schicht und ein Verfahren zur Herstellung der Halbleiterscheibe durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus Silicium.

Derzeit sind intensive Untersuchungen im Gang, durch die
10 festgestellt werden soll, welche Merkmale Halbleiterscheiben mit epitaktischer Schicht haben müssen, um sie als Grundmaterial für die Herstellung von modernen CMOS Bauelementen zu qualifizieren. Gemäß der Veröffentlichung in Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 36 (1997), pp 2565-2570 ist eine
15 Halbleiterscheibe bestehend aus einer p⁻ - dotierten Substratscheibe und einer ebenfalls p⁻ - dotierten epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 1 µm für hoch integrierte CMOS-Anwendungen besonders geeignet. Diese Einschätzung wird auch durch die Veröffentlichung in
20 Electrochemical Society Proceedings Volume 98-1, S.855-861 gestützt. Allerdings wird in diesem Papier auch auf lichtstreuende Defekte (Lichtpunktdefekte) auf der Oberfläche hingewiesen, die bei einer Halbleiterscheibe mit dünner epitaktischer Schicht auftreten, sich aber nicht nachteilig auf
25 den GOI (gate oxide integrity) auswirken. Die genannten Defekte heißen in Fachkreisen LLSS (localized light scatterers). Trotz ihres indifferenten Verhaltens in Bezug auf den GOI sind die LLSS bei den Herstellern von integrierten Schaltkreisen unerwünscht, was sich auch darin zeigt, daß die ITRS
30 (International Roadmap For Semiconductors) verlangt, daß die Anzahl von LLSS mit einer Größe von größer oder gleich 0,085 µm kleiner oder gleich 38 pro Halbleiterscheibe mit epitaktischer Schicht ist. Diese Anforderung gilt für die 0,18 µm Technologie und es ist davon auszugehen, daß mit fortschreitender
35 Miniaturisierung (0,13 µm und kleiner) eine noch schärfere Anforderung an die Anzahl von LLS gestellt werden wird. Darüber hinaus stellt der Grenzwert von 38 LLS einen Maximalwert dar

und es ist zu beachten, daß die für die industrielle Prozeßfähigkeit geforderte Zahl deutlich darunter liegen muß.

Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, eine Halbleiterscheibe mit epitaktischer Schicht bereitzustellen, die für moderne CMOS-Anwendungen geeignet ist, eine besonders geringe Anzahl an LLSs aufweist und vergleichsweise geringe Herstellungskosten erfordert. Aufgabe der Erfindung ist darüber hinaus, ein Verfahren zur Herstellung der Halbleiterscheibe anzugeben.

10

Gegenstand der Erfindung ist eine Halbleiterscheibe, bestehend aus einer Substratscheibe aus Silicium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Schicht, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist, und die epitaktische Schicht 0,2 bis 1,0 μm dick ist und eine Oberfläche besitzt, auf der weniger als 30 LLSs-Defekte mit einer Größe von mehr als 0,085 μm nachweisbar sind.

20

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit einer epitaktischen Schicht durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus Silicium, das durch eine Folge von Schritten gekennzeichnet ist, umfassend:

25

das Bereitstellen der Substratscheibe, wobei die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoff-Konzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoff-Konzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist;

30

das Aufheizen der Substratscheibe in einem Abscheidereaktor auf eine Abscheidetemperatur von mindestens 1120 °C; und unmittelbar nach dem Erreichen der Abscheidetemperatur das Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1,0 μm .

35

Untersuchungen der Erfinder haben ergeben, daß die Kombination der genannten Verfahrensschritte und die Berücksichtigung der genannten Stoffparameter eine Halbleiterscheibe mit epitaktischer Schicht zugänglich macht, die den gestellten Anforderungen in vollem Umfang genügt. Im Hinblick auf die Vermutung, die aus dem genannten Stand der Technik herzuleiten ist, wonach die Anzahl von LSSs nur durch eine möglichst dicke epitaktische Schicht ($\geq 3 \mu\text{m}$) gering gehalten werden kann, ist das Ergebnis der Untersuchungen überraschend, weil es zeigt, daß äußerst niedrige LSSs-Dichten auch mit Schichtdicken von 0,2 bis $1 \mu\text{m}$ möglich sind. Die geringen Schichtdicken und die Tatsache, daß das vorgeschlagene Verfahren ohne einen sogenannten Bake-Schritt vor dem Abscheiden der epitaktischen Schicht auskommt, begründen einen deutlichen Kostenvorteil gegenüber bekannten Verfahren. So kann der Durchsatz an Halbleiterscheiben pro Stunde um bis zum Dreifachen gesteigert werden.

Um die erforderlichen Eigenschaften hinsichtlich der LSSs-Dichte zu erreichen, ist eine Substratscheibe erforderlich, die einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis $50 \Omega\text{cm}$, eine Sauerstoff-Konzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$, besonders bevorzugt von kleiner als $6,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoff-Konzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$, besonders bevorzugt von $1 \cdot 10^{14}$ bis $5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ aufweist, und vorzugsweise aus einem nach der Czochralski-Methode gezogenen Einkristall geschnitten wird. Was das Abscheiden der epitaktischen Schicht betrifft, ist wichtig, daß unter Berücksichtigung des Typs der Substratscheibe bei einer Abscheidetemperatur von 1120 bis 1200°C abgeschieden wird. Eine erhöhte Abscheidetemperatur hat dabei den prinzipiellen Vorteil einer Reduktion sogenannter „AreaCounts“, das heisst großer Fehler auf der epitaktischen Schicht, die zu Ausbeuteverlusten bei den Halbleiterbauelementherstellern führen können.

Ein Einkristall, aus dem Substratscheiben mit den genannten Eigenschaften abgetrennt werden können, kann beispielsweise

nach einem Verfahren hergestellt werden, wie es in der DE-198 23 962 A beschrieben ist. Bei dem Verfahren wird der Einkristall nach der Czochralski-Methode aus einer Schmelze gezogen und währenddessen zusätzlich mit Stickstoff dotiert.

5 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vergehen mindestens 90 min bis gerade kristallisiertes Material des Einkristalls den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat. Dies ist normalerweise dann der Fall, wenn der Einkristall von sich aus abkühlt, das heißt, auf eine Zwangskühlung des Einkristalls
10 verzichtet wird. Die epitaktische Schicht wird auf einer Substratscheibe, die aus einem solchermaßen gezogenen Einkristall stammt und nachfolgend als Typ I Substratscheibe bezeichnet wird, bei einer Abscheidetemperatur von 1120 bis 1170 °C, vorzugsweise von 1130 bis 1160 °C abgeschieden.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Einkristall nach dem Czochralski-Verfahren gezogen und dabei zwangsgekühlt. Dadurch vergehen höchstens 40 min bis gerade kristallisiertes Material des Einkristalls den

20 Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat. Die Ziehanlage ist mit einer Zwangskühlung zu versehen, um das rasche Abkühlen des Einkristalls zu gewährleisten. Vorzugsweise wird eine Kühlvorrichtung gemäß der EP-725 169 A1 beim Ziehen des Einkristalls verwendet. Die epitaktische Schicht wird auf
25 einer Substratscheibe, die aus einem solchermaßen gezogenen Einkristall stammt und nachfolgend als Typ II Substratscheibe bezeichnet wird, bei einer Abscheidetemperatur von 1120 bis 1200 °C, vorzugsweise von 1130 bis 1190 °C abgeschieden, was einem deutlich breiteren Prozeßfenster in der Epi Abscheidung
30 gegenüber Typ I entspricht und damit eine Optimierung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit deutlich erleichtert.

Zum Abscheiden der epitaktischen Schicht wird die Substratscheibe in einen Abscheidereaktor geladen. Bevorzugt
35 ist ein Einzelscheibenreaktor mit automatischem Scheibenbe- und entlademechanismus. Die Temperatur im Reaktor sollte beim Beladen bereits einen vergleichsweise hohen Wert haben, mindestens jedoch 800 °C. Bevorzugt ist eine Temperatur von

mindestens 850 °C, besonders bevorzugt eine Temperatur von mindestens 900 °C.

Anschließend wird die Substratscheibe in einer Gasatmosphäre auf eine Abscheidetemperatur aufgeheizt. Die Gasatmosphäre wird vorzugsweise aus einer Gruppe von Gasen ausgewählt, die Wasserstoff, Argon, Helium und beliebige Mischungen der genannten Gase umfaßt. Besonders bevorzugt ist eine Gasatmosphäre aus Wasserstoff.

10

Sobald die Abscheidetemperatur erreicht ist, wird mit dem Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1 µm, bevorzugt 0,3 bis 0,6 µm begonnen, indem der Gasatmosphäre eine Atmosphäre von Abscheidegas und Dotierstoffgas hinzugefügt wird. Ein sogenannter Bake-Schritt, bei dem die Substratscheibe in der Gasatmosphäre einige Zeit, beispielsweise 5 bis 60 s auf Abscheidetemperatur gehalten wird, wird nicht vorgenommen. Das Abscheidegas wird vorzugsweise ausgewählt aus einer Gruppe von Gasen, die Trichlorsilan, Silan, Dichlorsilan, Tetrachlorsilan und beliebige Mischungen der genannten Gase umfaßt. Besonders bevorzugt ist Trichlorsilan. Das Dotierstoffgas wird vorzugsweise ausgewählt aus einer Gruppe von Gasen, die Diboran, Phosphin und Arsin umfaßt. Besonders bevorzugt ist Diboran.

25

Die Abscheidezeit beträgt vorzugsweise 1 bis 10 s, besonders bevorzugt 1 bis 5 s. Weiterhin ist bevorzugt, den spezifischen Widerstand der epitaktischen Schicht auf 0,5 bis 50 Ωcm einzustellen.

30

Nach dem Abscheiden der epitaktischen Schicht wird die Halbleiterscheibe vorzugsweise in einer Atmosphäre aus Wasserstoff auf eine Entladetemperatur von vorzugsweise 850 bis 950 °C gebracht und aus dem Abscheidereaktor entladen.

35

Es können mindestens 50, vorzugsweise bis zu 200 Substratscheiben in Folge beschichtet werden, bevor der

Abscheidereaktor mit einem Ätzgas oder einem Plasma gereinigt werden muß.

Erfindungsgemäß hergestellte Halbleiterscheiben wurden im
5 Hinblick auf LLSs mit konventionell hergestellten Halbleiterscheiben verglichen.

Beispiel:

10 Die erfindungsgemäß hergestellten Halbleiterscheiben bestanden aus einer Substratscheibe aus Silicium mit einem spezifischen Widerstand von $12 \Omega\text{cm}$ (p^- - Dotierung), auf die eine epitaktische Schicht mit einer Schichtdicke von $0,5 \mu\text{m}$ und einem spezifischen Widerstand von $1,5 \Omega\text{cm}$ aufgewachsen worden
15 war. Die Abscheidetemperatur betrug von 1130 bis 1190°C . Die Substratscheiben waren vom Typ I und vom Typ II.

Bei den konventionell hergestellten Halbleiterscheiben stammten die Substratscheiben aus einem Einkristall, der nach der
20 Czochralski-Methode gezogen wurde, ohne daß eine Dotierung mit Stickstoff erfolgte. Substratscheiben aus einem derartig gezogenen Einkristall werden nachfolgend als Referenz I Substratscheiben bezeichnet, wenn der Einkristall ohne Zwangskühlung abgekühlt worden war. Bei den als Referenz II
25 Substratscheiben bezeichneten Substratscheiben wurde der entsprechende Einkristall zwangsgekühlt. Das Abscheiden der epitaktischen Schicht erfolgte unter denselben Bedingungen wie bei den erfindungsgemäß hergestellten Halbleiterscheiben.

30 Die nachfolgenden Tabellen 1 und 2 belegen, daß der kombinierten Auswahl von Substratscheibe und Abscheidetemperatur eine entscheidende Bedeutung zufällt, wenn es darum geht die Anzahl von LLSs zu minimieren.

Tabelle 1:

LLS > 0.085 μm	Typ I Substratscheibe ^{*)}	Referenz I Substratscheibe ^{*)}
1130°C Abscheidetemp.	18 (+)	40 (-)
1190°C Abscheidetemp.	98 (-)	1167 (-)

Tabelle 2:

5

LLS > 0.085 μm	Typ II Substratscheibe ^{*)}	Referenz II Substratscheibe ^{*)}
1130°C Abscheidetemp.	15 (+)	820 (-)
1190°C Abscheidetemp.	12 (+)	1389 (-)

^{*)} +/-: erfüllt/erfüllt nicht die Anforderungen modernster Bauelemente-Generationen

- 10 Darüber hinaus ist der dramatische Durchsatz-Vorteil der erfindungsgemäß hergestellten Scheiben gegenüber konventionell epitaxiierten Scheiben aus Tabelle 3 ersichtlich. Der Durchsatz-Vorteil schlägt sich direkt in einem entsprechenden Kostenvorteil nieder.

15

Tabelle 3:

	erfindungsgemäße Halbleiterscheibe	Referenzscheibe ^{***)}
Durchsatz (Scheiben / Stunde) ^{**)}	90	30
Relative Kosten der Epi Beschichtung pro Scheibe	0,33	1

^{**)} für einen 3-Kammer Einzelscheiben-Reaktor

20 ^{***)} 3 μm Standard Epi

Patentansprüche:

1. Halbleiterscheibe, bestehend aus einer Substratscheibe aus Silicium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Schicht, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist, und die epitaktische Schicht 0,2 bis 1,0 μm dick ist und eine Oberfläche besitzt, auf der weniger als 30 LLSs-Defekte mit einer Größe von mehr als 0,085 μm nachweisbar sind.
2. Halbleiterscheibe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sauerstoffkonzentration der Substratscheibe kleiner als $6,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ ist.
3. Halbleiterscheibe nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stickstoffkonzentration der Substratscheibe in einem Bereich von $1 \cdot 10^{14}$ bis $5 \cdot 10^{14} \text{ atcm}^{-3}$ liegt.
4. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit einer epitaktischen Schicht durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus Silicium, gekennzeichnet durch eine Folge von Schritten, umfassend:
 - das Bereitstellen der Substratscheibe, wobei die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist;
 - das Aufheizen der Substratscheibe in einem Abscheidereaktor auf eine Abscheidetemperatur von mindestens 1120 °C; und
 - unmittelbar nach dem Erreichen der Abscheidetemperatur das Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1,0 μm .
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einkristall gemäß dem Czochralski-Verfahren aus einer Schmelze gezogen wird, und mindestens 90 min vergehen bis der

Einkristall den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat, wobei der Einkristall als Quelle für die Bereitstellung der Substratscheibe dient, und die Abscheidetemperatur beim Abscheiden der epitaktischen Schicht
5 1120 bis 1170 °C beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abscheidetemperatur 1130 bis 1160 °C beträgt.

10 7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einkristall gemäß dem Czochralski-Verfahren aus einer Schmelze gezogen wird, und nicht mehr als 40 min vergehen bis der Einkristall unter Anwendung einer Zwangskühlung den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat, wobei der
15 Einkristall als Quelle für die Bereitstellung der Substratscheibe dient, und die Abscheidetemperatur beim Abscheiden der epitaktischen Schicht 1120 bis 1200 °C beträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die
20 Abscheidetemperatur 1130 bis 1190 °C beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratscheibe in einer Gasatmosphäre auf Abscheidetemperatur aufgeheizt wird, wobei die
25 Gasatmosphäre ausgewählt ist aus einer Gruppe von Gasen, die Wasserstoff, Argon, Helium und beliebige Mischungen der genannten Gase umfaßt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die epitaktische Schicht in einer
30 Abscheideatmosphäre abgeschieden wird, die ein Abscheidegas und ein Dotierstoffgas enthält, wobei das Abscheidegas ausgewählt ist aus einer Gruppe von Gasen, die Trichlorsilan, Silan, Dichlorsilan, Tetrachlorsilan und beliebige Mischungen der
35 genannten Gase umfaßt, und das Dotierstoffgas ausgewählt ist aus einer Gruppe von Gasen, die Diboran, Phosphin und Arsin umfaßt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die epitaktische Schicht innerhalb von einer Abscheidezeit von 1 bis 10 s abgeschieden wird.

- 5 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Abscheidereaktor frühestens einer Reinigung mit einem Ätzgas oder Plasma unterzogen wird, nachdem auf 50 Substratscheiben in Folge eine epitaktische Schicht abgeschieden worden ist.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 09 FEB 2001

WIPO PCT



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts ST 9903a	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/01800	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 02/03/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 04/03/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C30B25/18		
Anmelder WACKER SILTRONIC GESELLSCHAFT... et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
 - ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 4 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☒ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 10/08/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 07.02.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Hoyer, W Tel. Nr. +49 89 2399 8439 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/01800

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

3-7 ursprüngliche Fassung

1,2 eingegangen am 04/01/2001 mit Schreiben vom 02/01/2001

Patentansprüche, Nr.:

2,3,8-12 ursprüngliche Fassung

1,4-7 eingegangen am 04/01/2001 mit Schreiben vom 02/01/2001

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP00/01800

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-12
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-12
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-12
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

VI. Bestimmte angeführte Unterlagen

1. Bestimmte veröffentlichte Unterlagen (Regel 70.10)

und / oder

2. Nicht-schriftliche Offenbarungen (Regel 70.9)

siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:
siehe Beiblatt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: EP-A-0 829 559 (WACKER SILTRONIC) 18. März 1998 (1998-03-18)

D2: EP-A-0 644 588 (KOMATSU ELECTRONIC METALS CO LTD) 22. März 1995 (1995-03-22)

2. D1, von einem der Erfinder der vorliegenden Anmeldung stammend, offenbart die Herstellung von Siliziumscheiben mit geringer Defektdichte nach dem Czochralski-Verfahren ("CZ-Verfahren"). Die Siliziumscheiben weisen eine Sauerstoff-Dotierung von mindestens $4 \cdot 10^{17}/\text{cm}^3$ bis $4,5 \cdot 10^{17}/\text{cm}^3$ und eine Stickstoff-Dotierung von mindestens $1 \cdot 10^{14}/\text{cm}^3$ bis $3,0 \cdot 10^{15}/\text{cm}^3$ auf. Zur Herstellung läßt man schmelzflüssiges Material zu einem Einkristall erstarren und abkühlen, wobei die Verweildauer des Einkristalls beim Abkühlen im Temperaturbereich von 850 bis 1100 °C kürzer als 80 min ist. Der Einkristall wird anschließend zu Siliziumscheiben verarbeitet. Die Siliziumscheiben werden danach bei einer Temperatur von mindestens 1000 °C für mindestens 1 h getempert. Fakultativ wird der Einkristall beim Abkühlen zwangsgekühlt (vgl. D1, Ansprüche und Beispiele). D1 offenbart nicht den spezifischen Widerstand der Si-Substratscheiben und auch nicht die Abscheidung einer epitaktischen Schicht auf den Si-Substratscheiben.
3. D2 offenbart nach dem CZ-Verfahren hergestellte, einkristalline Si-Wafer, auf denen epitaktische Schichten abgeschieden sind. Die Sauerstoffkonzentration in den Wafern liegt zwischen $12 \cdot 10^{17} \text{ at}/\text{cm}^3$ und $15 \cdot 10^{17} \text{ at}/\text{cm}^3$ und somit außerhalb des in der Anmeldung beanspruchten Bereichs. Eine Stickstoffdotierung sowie der spezifische Widerstand der Substratscheiben selbst ist nicht offenbart. Die Dicke der epitaktischen Schichten liegen bei 10, 20, 30 und 50 μm , also außerhalb des in der Anmeldung beanspruchten Bereichs. In D2 wird offenbart, daß bei epitaktischen Wafern trotz angegebener, niedriger GOI-Werte unbefriedigende elektrische Eigenschaften festgestellt werden, wenn zu viele Lichtpunktdefekte auftreten. Diese Defekte werden in D2 mittels IR-Laserstreulicht gemessen. Mit dem

Verfahren von D2 können epitaktische Schichten mit einer mittels IR-Laserstreuung meßbaren Defektdichte von $\leq 5 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-3}$ im Oberflächenbereich 0 - 3 μm hergestellt werden. (vgl. D2, "summary of the invention", "detailed description of the invention").

4. Folglich offenbart keines der im Internationalen Recherchenbericht genannten Dokumente des Standes der Technik alle Merkmale der Ansprüche 1, 4 und 5 oder legt sie nahe. Insbesondere gibt es keine Lehre zur Herstellung dünner epitaktischer Schichten mit 0,2 - 1,0 μm Dicke mit weniger als 30 LLSs-Defekten. Damit werden auch die abhängigen Ansprüche 2, 3 und 6 - 12 als neu und erfinderisch angesehen.
5. Die Gegenstände der vorliegenden Ansprüche genügen daher den Erfordernissen des Art. 33 PCT. Allerdings enthält Anspruch 5 nicht alle wesentlichen Merkmale der Erfindung (s. Punkt VIII unten).

Zu Punkt VI

Bestimmte angeführte Unterlagen

Bestimmte veröffentlichte Unterlagen (Regel 70.10)

Anmelde Nr. Patent Nr.	Veröffentlichungsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)	Prioritätsdatum (zu Recht beansprucht) (Tag/Monat/Jahr)
EP-A-0 959 154	24.11.1999	11.05.1999	22.05.1998

Das Veröffentlichungsdatum von EP-A-0 959 154 liegt vor dem Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung (02.03.2000) aber nach deren Prioritätsdatum (04.03.1999). Das Prioritätsdatum für die vorliegenden Ansprüche wird als gültig angesehen. Daher ist das Dokument EP-A-0 959 154 für das PCT-Verfahren kein Stand der Technik.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Es bestehen bezüglich Anspruch 5 Zweifel, daß die Erfindung unter Berücksichtigung des Merkmals "Abscheidetemperatur von mindestens 1120 °C", also ohne

Obergrenze, im Rahmen des beanspruchten Schutzzumfangs ausführbar ist. Aus der Beschreibung, Seite 3, Zeilen 27 - 30 geht hervor, daß eine Obergrenze von 1200 °C bei Zwangskühlung wesentlich ist. Dieses Merkmal ist jedoch nur fakultativ in Anspruch 7 beansprucht. Aus Tabelle 2 (Seite 7) geht hervor, daß erfindungsgemäße, zwangsgekühlte Substratscheiben (Typ II), die bei 1190 °C beschichtet wurden, eine erfindungsgemäße LLS-Zahl von 12 aufwiesen. Es gibt keine Offenbarung in der Anmeldung, daß jegliche Temperaturen über 1200 °C zur Herstellung der erfindungsgemäßen Halbleiterscheibe geeignet sind.

2. Anspruch 5 ist daher bezüglich der Präsenz aller wesentlichen Merkmale zur Ausführung der Erfindung unklar und entspricht daher nicht den Erfordernissen des Art. 6 PCT. Darüber hinaus ergeben sich Zweifel an der Ausführbarkeit im gesamten, beanspruchten Schutzzumfang (Art. 5 PCT).

Ersatz-Seite 1

Halbleiterscheibe mit dünner epitaktischer Schicht und Verfahren zur Herstellung d er Halbleiterscheibe

Die Erfindung betrifft eine Halbleiterscheibe mit einer dünnen epitaktischen Schicht und ein Verfahren zur Herstellung der Halbleiterscheibe durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus einkristallinem Silicium.

Die EP-829559 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von Halbleiterscheiben mit geringer Defektdichte, wobei ein Einkristall bereitzustellen ist, der unter Zwangskühlung gezogen werden muß oder eine bestimmte Sauerstoff- und Stickstoff-Konzentration aufweisen muß, und wobei vom Einkristall gewonnene Halbleiterscheiben getempert werden müssen. Die EP-644588 A1 betrifft eine Halbleiterscheibe mit einer epitaxierten Schicht, die eine niedrige Defektdichte aufweist und von einem Einkristall stammt, der mit einer Ziehgeschwindigkeit von höchstens 0,6 mm/min gezogen wurde.

Derzeit sind intensive Untersuchungen im Gang, durch die festgestellt werden soll, welche Merkmale Halbleiterscheiben mit epitaktischer Schicht haben müssen, um sie als Grundmaterial für die Herstellung von modernen CMOS Bauelementen zu qualifizieren. Gemäß der Veröffentlichung in Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 36 (1997), pp 2565-2570 ist eine Halbleiterscheibe bestehend aus einer p^- -dotierten Substratscheibe und einer ebenfalls p^- -dotierten epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 1 μm für hoch integrierte CMOS-Anwendungen besonders geeignet. Diese Einschätzung wird auch durch die Veröffentlichung in Electrochemical Society Proceedings Volume 98-1, S.855-861 gestützt. All r-dings wird in diesem Papier auch auf lichtstreuende Defekte (Lichtpunktdefekte) auf der Oberfläche hingewiesen, die bei einer Halbleiterscheibe mit dünner epitaktischer Schicht auftreten, sich aber nicht nachteilig auf den GOI (gate oxide integrity) auswirken. Die genannten Defekte heißen in Fachkreisen LLSs (localized light scatterers). Trotz ihres indifferenten Verhaltens in Bezug auf den GOI sind die LLSs bei den Herstellern von integrierten Schaltkreisen unerwünscht, was sich auch darin zeigt, daß die ITRS (International Roadmap For Semiconductors) verlangt, daß die Anzahl von LLSs mit einer Größe von größer oder gleich 0,085 μm kleiner oder gleich 38 pro Halbleiterscheibe mit epitaktischer Schicht ist. Diese Anforderung gilt für die 0,18 μm Technologie und es ist davon auszugehen, daß mit fortschreitender Miniaturisierung (0,13 μm und kleiner) ein noch schärfere Anforderung an die Anzahl von LLS gestellt werden wird. Darüber hinaus stellt der Grenzwert von 38 LLS einen Maximalwert dar

Ersatz-Seite 2

und es ist zu beachten, daß die für die industrielle Prozeßfähigkeit geforderte Zahl deutlich darunter liegen muß.

Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, eine Halbleiterscheibe mit epitaktischer Schicht bereitzustellen, die für moderne CMOS-Anwendungen geeignet ist, eine besonders geringe Anzahl an LLSs aufweist und vergleichsweise geringe Herstellungskosten erfordert. Aufgabe der Erfindung ist darüber hinaus, ein Verfahren zur Herstellung der Halbleiterscheibe anzugeben.

Gegenstand der Erfindung ist eine Halbleiterscheibe, bestehend aus einer Substratscheibe aus einkristallinem Silicium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Schicht, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist, und die epitaktische Schicht 0,2 bis 1,0 μm dick ist und eine Oberfläche besitzt, auf der weniger als 30 LLSs-Defekte mit einer Größe von mehr als 0,085 μm nachweisbar sind.

Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe gemäß Anspruch 4 oder Anspruch 5.

1. Halbleiterscheibe, bestehend aus einer Substratscheibe aus einkristallinem Silicium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Schicht, dadurch gekennzeichnet, daß die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist, und die epitaktische Schicht 0,2 bis 1,0 μm dick ist und eine Oberfläche besitzt, auf der weniger als 30 LLSs-Defekte mit einer Größe von mehr als 0,085 μm nachweisbar sind.

4. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit einer epitaktischen Schicht durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus einkristallinem Silicium, gekennzeichnet durch eine Folge von Schritten, umfassend:
das Bereitstellen der Substratscheibe, wobei die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist; das Aufheizen der Substratscheibe in einem Abscheidereaktor auf eine Abscheidetemperatur von mindestens 1120 °C bis 1170 °C; und
unmittelbar nach dem Erreichen der Abscheidetemperatur das Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1,0 μm .

5. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit einer epitaktischen Schicht durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus einkristallinem Silicium, gekennzeichnet durch eine Folge von Schritten, umfassend:
das Bereitstellen der Substratscheibe durch Abtrennen der Substratscheibe von einem Einkristall, der nach dem Czochralski-Verfahren gezogen und dabei zwangsgekühlt wurde, wobei die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ aufweist; das Aufheizen der Substratscheibe in einem Abscheidereaktor auf eine Abscheidetemperatur von mindestens 1120 °C; und
unmittelbar nach dem Erreichen der Abscheidetemperatur das Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1,0 μm .

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einkristall gemäß dem Czochralski-Verfahren aus einer Schmelze gezogen wird, und mindestens 90 min vergehen bis der Einkristall den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat, wobei der Einkristall als Quelle für die Bereitstellung der Substratscheibe dient, und die

geänderte Patentansprüche

Abscheidetemperatur beim Abscheiden der epitaktischen Schicht 1120 bis 1170 °C beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Einkristall gemäß dem Czochralski-Verfahren aus einer Schmelze gezogen wird, und nicht mehr als 40 min vergehen bis der Einkristall unter Anwendung einer Zwangskühlung den Temperaturbereich von 1050 bis 900°C durchlaufen hat, wobei der Einkristall als Quelle für die Bereitstellung der Substratscheibe dient, und die Abscheidetemperatur beim Abscheiden der epitaktischen Schicht 1120 bis 1200 °C beträgt.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts ST 9903a	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 00/ 01800	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 02/03/2000	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 04/03/1999
Anmelder WACKER SILTRONIC GESELLSCHAFT FÜR HALBLEITER		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprach durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

**HALBLEITERSCHEIBE MIT DÜNNER EPITAKTISCHER SILICUMSCHICHT UND HERSTELLUNGS-
VERFAHREN**

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung oder Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. ---

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ in der Abb.

Feld III

WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Die Zusammenfassung ist wie folgt geändert:

Gegenstand der Erfindung ist eine Halbleiterscheibe bestehend aus einer Substratscheibe aus Silicium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Silicium-Schicht. Die Substratscheibe weist einen spezifischen Widerstand von 0,1 bis 50 Ωcm , eine Sauerstoffkonzentration von kleiner als $7,5 \cdot 10^{17} \text{ atcm}^{-3}$ und eine Stickstoffkonzentration von $1 \cdot 10^{13}$ bis $5 \cdot 10^{15} \text{ atcm}^{-3}$ auf. Die epitaktische Schicht ist 0,2 bis 1,0 μm dick und besitzt eine Oberfläche, auf der Weniger als 30 LLS-Defekte (localised light scattering) mit einer Grösse von mehr als 0,085 μm nachweisbar sind. Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Herstellung der Halbleiterscheibe. Es ist gekennzeichnet durch eine Folge von Schritten, umfassend:

das Bereitstellen der Substratscheibe mit den genannten Eigenschaften; das Aufheizen der Substratscheibe in einem Abscheidereaktor auf eine Abscheidetemperatur von mindestens 1120°C; und unmittelbar nach dem Erreichen der Abscheidetemperatur das Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,2 bis 1,0 μm .

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/01800

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0829559	A	18-03-1998	DE 19637182 A	19-03-1998
			DE 59700843 D	20-01-2000
			JP 10098047 A	14-04-1998
			US 5935320 A	10-08-1999
EP 0644588	A	22-03-1995	JP 7062523 A	07-03-1995
			KR 150810 B	01-12-1998
			US 5744380 A	28-04-1998
EP 0959154	A	24-11-1999	JP 2000044389 A	15-02-2000

Translation
09/896 656

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

4

Applicant's or agent's file reference ST 9903a	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP00/01800	International filing date (day/month/year) 02 March 2000 (02.03.00)	Priority date (day/month/year) 04 March 1999 (04.03.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C30B 25/18		
Applicant WACKER SILTRONIC GESELLSCHAFT FÜR HALBLEITERMATERIALIEN AG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 4 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☒ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 10 August 2000 (10.08.00)	Date of completion of this report 07 February 2001 (07.02.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/01800

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 3-7, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages 1,2, filed with the letter of 02 January 2001 (02.01.2001),
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 2,3,8-12, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. 1,4-7, filed with the letter of 02 January 2001 (02.01.2001),
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☐ the drawings, sheets/fig _____, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 00/01800

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations**1. The following documents are referred to:**

D1: EP-A-0 829 559 (WACKER SILTRONIC), 18 March 1998
(1998-03-18)

D2: EP-A-0 644 588 (KOMATSU ELECTRONIC METALS CO LTD),
22 March 1995 (1995-03-22)

2. Document D1, which originates with one of the inventors responsible for the present application, discloses the manufacturing of silicon wafers with a low defect density using the Czochralski method (CZ method). The silicon wafers have an oxygen doping level of at least $4 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ to $4.5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ and a nitrogen doping level of at least $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ to $3.0 \times 10^{15}/\text{cm}^3$. The manufacturing process involves allowing molten fluid material to solidify into a monocrystal and then cool in such a way that it remains at a temperature between 850°C and 1100°C for a period of less than 80 minutes. Next, the monocrystal is processed to form silicon wafers, which are then annealed at a temperature of at least 1000°C for at least 1 hour. The cooling of the monocrystal optionally involves forced cooling (see D1, claims and examples). D1 does not disclose either the

resistivity of the silicon substrate wafers or the deposition of an epitaxial layer thereon.

3. Document D2 discloses monocrystalline silicone wafers produced by the CZ method, onto which epitaxial layers are deposited. The oxygen concentration in the wafers is between 12×10^{17} atoms/cm³ and 15×10^{17} atoms/cm³, which is outside the range claimed in the present application. D2 does not disclose nitrogen doping or the resistivity of the substrate wafers themselves. The epitaxial layer thicknesses are 10 μ m, 20 μ m, 30 μ m and 50 μ m, all of which are outside the range claimed in the present application. D2 states that despite the specified low GOI values, epitaxial wafers have unsatisfactory electrical properties if they contain too many light point defects. In D2, these defects are detected by measuring scattered IR laser light. The process according to D2 can be used to produce epitaxial layers with a defect density of $\leq 5 \times 10^5$ /cm³ (determined by measuring scattered IR laser light) in the surface region to a depth of 0 - 3 μ m (see D2, "Summary of the invention" and "Detailed description of the invention").
4. Thus none of the prior art documents cited in the international search report discloses or suggests all the features of Claims 1, 4 and 5. In particular, there is no prior art teaching relating to the formation of thin epitaxial layers between 0.2 μ m and 1.0 μ m thick with fewer than 30 localised light scatterer defects (LLS defects). The subject matter of dependent Claims 2, 3 and 6-12 is therefore also considered novel and inventive.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 00/01800

5. The claimed subject matter thus meets the requirements of PCT Article 33. However, Claim 5 does not include all the essential features of the invention (see Box VIII below).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP00/01800

VI. Certain documents cited

1. Certain published documents (Rule 70.10)

<u>Application No. Patent No.</u>	<u>Publication date (day/month/year)</u>	<u>Filing date (day/month/year)</u>	<u>Priority date (valid claim) (day/month/year)</u>
EP-A-0 959 154	24 November 1999 (24.11.1999)	11 May 1999 (11.05.1999)	22 May 1998 (22.05.1998)

See annex

2. Non-written disclosures (Rule 70.9)

<u>Kind of non-written disclosure</u>	<u>Date of non-written disclosure (day/month/year)</u>	<u>Date of written disclosure referring to non-written disclosure (day/month/year)</u>

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 00/01800

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: Box VI

EP-A-0 959 154 was published before the filing date of the present application (2 March 2000) but after its priority date (4 March 1999). The priority date for the claims in the present application is considered valid, and consequently EP-A-0 959 154 is not regarded as prior art for the purposes of the PCT proceedings.

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. With regard to Claim 5, it is questionable whether the invention is practicable within the claimed scope of protection if the feature "deposition temperature of at least 1120°C" (i.e. without an upper limit) is included. The description (page 3, lines 27-30) indicates that an upper limit of 1200°C is essential for forced cooling, yet this feature is only optional in Claim 7. Table 2 (page 7) shows that the claimed force-cooled substrate wafers (Type II) which are coated at 1190°C have 12 LLS defects according to the invention. The application does not state that temperatures above 1200°C are suitable for the manufacturing of the claimed semiconductor wafers.
2. Thus Claim 5 is unclear in that it does not include all the essential features needed to carry out the invention, and consequently it fails to meet the requirements of PCT Article 6. Moreover, there is doubt as to whether the invention is practicable over the entire range for which protection is sought (PCT Article 5).

Deutsches Patent- und Markenamt

München, den 2. September 1999

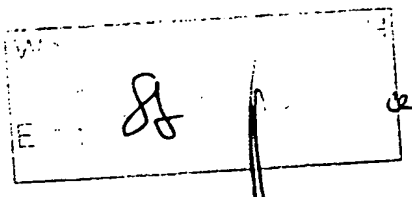
Telefon: (0 89) 21 95 - 3081

Aktenzeichen: 199 09 557.4-33

Deutsches Patent- und Markenamt · 80297 München

Herrn Dr. Karl-Heinz Rimböck
Zentralbereich Patente
Marken und Lizenzen
Hanns-Seidel-Platz 4

81737 München



Anmelder:
Wacker Siltronic Gesellschaft
für Halbleitermaterialien AG

Ihr Zeichen: ST 9903

Bitte Aktenzeichen und Anmelder bei
allen Eingaben und Zahlungen angeben

Zutreffendes ist angekreuzt ☒ und/oder ausgefüllt!

Prüfungsantrag, wirksam gestellt am 4. März 1999

Eingabe vom

eingegangen am

Die Prüfung der oben genannten Patentanmeldung hat zu dem nachstehenden Ergebnis geführt.

Zur Äußerung wird eine Frist

von sechs Monaten

gewährt, die mit der Zustellung beginnt.

Für Unterlagen, die der Äußerung gegebenenfalls beigelegt werden (z.B. Patentansprüche, Beschreibung, Beschreibungsteile, Zeichnungen), sind je zwei Ausfertigungen auf gesonderten Blättern erforderlich. Die Äußerung selbst wird nur in einfacher Ausfertigung benötigt.

Werden die Patentansprüche, die Beschreibung oder die Zeichnungen im Laufe des Verfahrens geändert, so hat der Anmelder, sofern die Änderungen nicht vom Deutschen Patent- und Markenamt vorgeschlagen sind, im einzelnen anzugeben, an welcher Stelle die in den neuen Unterlagen beschriebenen Erfindungsmerkmale in den ursprünglichen Unterlagen offenbart sind.

In diesem Bescheid sind folgende Entgegenhaltungen erstmalig genannt. (Bei deren Numerierung gilt diese auch für das weitere Verfahren):

Hinweis auf die Möglichkeit der Gebrauchsmusterabzweigung

Der Anmelder einer nach dem 1. Januar 1987 mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland eingereichten Patentanmeldung kann eine Gebrauchsmusteranmeldung, die den gleichen Gegenstand betrifft, einreichen und gleichzeitig den Anmeldetag der früheren Patentanmeldung in Anspruch nehmen. Diese Abzweigung (§ 5 Gebrauchsmustergesetz) ist bis zum Ablauf von 2 Monaten nach dem Ende des Monats möglich, in dem die Patentanmeldung durch rechtskräftige Zurückweisung, freiwillige Rücknahme oder Rücknahmefiktion erledigt, ein Einspruchsverfahren abgeschlossen oder - im Falle der Erteilung des Patents - die Frist für die Beschwerde gegen den Erteilungsbeschluss fruchtlos verstrichen ist. Ausführliche Informationen über die Erfordernisse einer Gebrauchsmusteranmeldung, einschließlich der Abzweigung, enthält das Merkblatt für Gebrauchsmusteranmelder (G 6181), welches kostenlos beim Deutschen Patent- und Markenamt und den Patentinformationszentren erhältlich ist.

P 2401
11/98
04.98

Annahmestelle und
Nachbriefkasten
nur
Zweibrückenstraße 12

Dienstgebäude
Zweibrückenstraße 12 (Hauptgebäude)
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)
Winzererstraße 47a/Saarstraße 5

Hausadresse (für Fracht)
Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstraße 12
80331 München

Telefon (089) 2195-0
Telefax (089) 2195-2221

Bank: Landeszentralbank München 700 010 54
(BLZ 700 000 00)

Internet-Adresse <http://www.patent-und-markenamt.de>



Schnellbahnanschluß im
Münchner Verkehrs- und
Tarifverbund (MVV):

Winzererstraße 47a / Saarstraße 5:
U2 Hohenzollernplatz

Zweibrückenstraße 12 (Hauptgebäude), Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof):
S1 - S8 Isartor

- 1) US-Z.: LEE, S.K. u.a.:
Silicon epitaxial growth by rapid thermal processing chemical vapor deposition in: Appl.Phys.Lett., 1989, Bd 54 (18); S. 1775 - 1777
- 2) US-Z.: SKELLY, G. u. ADAMS, A.C.:
Impurity Atom Transfer during Epitaxial Deposition of Silicon,
in: J. Electrochemical Soc., 1973, Bd. 120, H. 1, S. 116-122
- 3) US-Buch: SZE, S.M.: Physics of Semiconductor Devices,
New York u.a.: WILEY, 1969, S. 43
- 4) NL-Z.: OHSHITA, Y. u.a.:
Surface reaction mechanism of SiCl_2 with carrier gas H_2 in silicon
vapor phase epitaxial growth
in: Journal of Crystal Growth, 1991, Bd 108, S. 499 - 507
- 5) US-Z.: HAMMOND, M.L.: Silicon Epitaxy
in: Solid State Technology, 1978, H. 11, S. 68 - 75
- 6) NL-Z.: BLOEM, J. u. CLAASSEN, W.A.P.:
Nucleation and growth of silicon films by chemical vapour deposition,
in: Philips Tech.Rev., 1983/84, Bd 41, Nr. 2, S. 60 - 69

Der Prüfung liegen die ursprünglich eingereichten Unterlagen zugrunde. Die Ansprüche 1 und 2 sind nebengeordnet.

I.

Aus 1), vgl. Seite 1775, rechte Spalte, 2. Absatz und Seite 1776, Figur 2, ist eine Halbleiterscheibe, bestehend aus einer Substratscheibe aus Silizium und einer darauf abgeschiedenen epitaktischen Schicht, bekannt, die einen spezifischen Widerstand der Substratscheibe von weniger als 20 m Ω cm und eine Dicke der epitaktischen Schicht von 0,1 bis 1,6 μ m aufweist.

Der Anmeldungsgegenstand nach dem Anspruch 1 unterscheidet sich vom aus 1) bekannten Gegenstand dadurch, daß die Substratscheibe einen höheren spezifischen Widerstand von 20 bis 50 m Ω cm aufweist.

Der Bereich der Schichtdicke, der im Anspruch 1 von 0,2 bis 1,0 μ m angegeben ist, wird durch den aus 1) bekannten Bereich voll abgedeckt.

Die Auswahl eines spezifischen Widerstandes der Substratscheibe von größer 0,02 Ω cm wird durch 2), vgl. das Abstract und Figur 3 mit der dazugehörigen Beschreibung, nahegelegt, da in diesem Bereich der in 2) beschriebene Effekt des Autodopings der Epitaxialschicht am geringsten und konstant ist. Die aus Figur 3 in 2) entnehmbare Substratdotierstoffkonzentration von $2 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ entspricht für Silizium nach 3) nämlich in etwa dem spezifischen Widerstand von 0,02 Ω cm.

Der Anspruch 1 ist daher aufgrund fehlender erfinderischer Tätigkeit nicht gewährbar.

II.

Aus 1), vgl. Seite 1775, rechte Spalte, 2. Absatz und Seite 1776, Figur 2, ist weiterhin bekannt:

Ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterscheibe mit einer epitaktischen Schicht durch Abscheiden der Schicht auf einer Substratscheibe aus Silizium, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Beladen (loading) eines Abscheidereaktors mit der Substratscheibe (3 in.(100) Si wafers) bei einer Beladetemperatur, wobei die Substratscheibe einen spezifischen Widerstand von kleiner 20 m Ω cm besitzt;
- b) Aufheizen der Substratscheibe in einer Gasatmosphäre $H_2 + SiH_2Cl_2$ auf eine Abscheidetemperatur (850 - 1050° C), Schritt 5);
- c) Kurzzeitiges Abscheiden der epitaktischen Schicht mit einer Dicke von 0,1 bis 1,6 μm bei der Abscheidetemperatur in einer Abscheideatmosphäre $H_2 + SiH_2Cl_2$, enthaltend ein Abscheidegas (SiH_2Cl_2);
- d) Abkühlen (the wafer is rapidly colled down) Schritt 6) der Halbleiterscheibe auf eine Entladetemperatur; und
- e) Entladen (wafer unloading) des Abscheidereaktors bei der Entladetemperatur.

Im Unterschied zum Verfahren nach dem Anspruch 2 erfolgt bei dem Verfahren nach 1) zwischen den Schritten a) und b) noch ein "Bake-Schritt" (Schritt 3 in 1)) in einer Wasserstoffatmosphäre, in der Beschreibung des Anmeldungsgegenstandes nach dem Anspruch 2 wird ausgesagt, daß ein solcher Schritt nicht vorgesehen ist, vgl. Seite 4, Zeilen 10 - 13. Dies ist jedoch nicht richtig, da beim Aufheizen der Substratscheibe in Wasserstoff auf die Abscheidetemperatur zwangsläufig ein "Hydrogen Bake" erfolgt.

Die Auswahl des spezifischen Widerstandes der Substratscheibe wurde unter I. diskutiert und als naheliegend festgestellt.

Bleibt als letzter Unterschied die Verwendung eines Dotierstoffgases in der Abscheideatmosphäre, wie im Schritt c) des Anspruchs 2 angegeben. Diese ist jedoch aus 5), vgl. Seite 69, 5. Absatz, für die Silizium-Epitaxie bekannt.

Damit ist der Anspruch 2 aufgrund fehlender erfinderischer Tätigkeit nicht gewährbar.

III.

Zu den Unteransprüchen wird wie folgt Stellung genommen:

Die Auswahl der Trägergasatmosphäre aus H₂, Ar und He im Anspruch 3 ist aus 3), vgl. Seite 500, "2. Experimental...", 2. Satz, bekannt.

Die Auswahl einer Beladetemperatur von >800°C im Anspruch 4 kann keine erfinderische Tätigkeit begründen.

Der Abscheidetemperaturbereich von 1050 bis 1180°C im Anspruch 5 ist aus 4), vgl. Seite 68, Table I, bekannt.

Die Auswahl der Abscheidegase im Anspruch 6 ist aus 5), vgl. Seite 61, 1. Satz bekannt.

Die Auswahl der Dotierstoffgase im Anspruch 7 ist aus 4), vgl. Seite 69, 5. Absatz bekannt.

Die Wahl der Abscheidezeit von 1 bis 105 im Anspruch 8 stellt lediglich eine Parameterauswahl dar, die sich nach den anderen verfügbaren Parametern, wie Gasfluß, Druck, Partialdruck des Abscheidegases usw. richtet, um eine angestrebte Schichtdicke zu erzielen. Die Auswahl geeigneter Parameter gehört aber zum normalen Aufgabengebiet des Fachmanns und kann keine erfinderische Tätigkeit begründen.

Der Anspruch 9 ist unklar, da dort "Schritte a) bis f)" genannt sind, im Anspruch 2 aber nur Schritte a) bis e) auftauchen. Auf einen klargestellten Anspruch 9 trifft das schon bezüglich des Anspruchs 8 Ausgeführte zu.

Die Unteransprüche 3 bis 9 vermögen damit nichts zu einem gewährbaren Hauptanspruch beizutragen.

IV.

Falls die Anmelderin der Auffassung ist, daß der Anmeldungsgegenstand noch patentbe-
gründende Besonderheiten aufweist, so möge sie einen darauf gerichteten Patentanspruch
einreichen und die zu lösende Aufgabe angeben.

Mit den vorliegenden Ansprüchen kann die Erteilung eines Patents auf den Anmeldungsge-
genstand nicht in Aussicht gestellt werden.

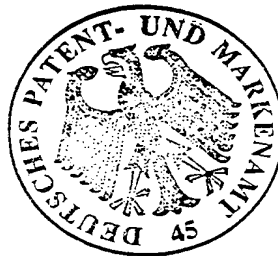
Prüfungsstelle für Klasse H 01 L

Dr. Happel

Hausruf 3113

Anlagen

6 Entgegenhaltungen



Ausgefertigt

M. Gindermann
Beg. Angestellte